

PAT-NO: JP358132676A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58132676 A

TITLE: TRACKING RADAR FOR SEARCHING SEMISPHERICAL SPACE

PUBN-DATE: August 8, 1983

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KIMURA, YASUJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MITSUBISHI ELECTRIC CORP

N/A

APPL-NO: JP57015746

APPL-DATE: February 3, 1982

INT-CL (IPC): G01S007/02, G01S013/66

US-CL-CURRENT: 342/158

ABSTRACT:

**PURPOSE:** To shorten a time required for searching and to improve a distance performance, by covering the radar-covered area of the whole upper semispherical space with antennas for the direction of zenith and for a space area at low and medium elevation vertical angles.

**CONSTITUTION:** A zenith area antenna 3 performs beam scanning within a conical space at an open angle of 40°; in the direction of zenith, based on a phase control signal 6, while, in horizontal-area antennas 4 and 5 each emitting four beams, the beams totaling eight are made to scan the entire circumference at an elevation vertical angle of 0°~50°; based on a phase control signal 7. The eight beams are made to scan by a mechanical turning in the direction of an azimuth, while they are made to conduct phase scanning independently in the direction of an elevation vertical angle. The antenna 3 is supplied with an excitation output from an exciter 8, and a monopulse receiver 9 processes a reception signal 10 based on a local signal and a COHO signal 11. On the other hand, in the transmission system of each of the horizontal-area antennas, an output of a synthesizer 12 is supplied to an

exciter and distributor 13, and a transmission power is supplied via phase shifters 14 and 15, power amplifiers 16 and 17, and a hybrid 18.

COPYRIGHT: (C)1983,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—132676

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 S 7/02  
13/66

識別記号 庁内整理番号  
7259—5 J  
7259—5 J

⑬ 公開 昭和58年(1983) 8 月 8 日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 半球空間搜索追尾レーダ

株式会社鎌倉製作所内

① 特 願 昭57—15746

① 出 願 人 三菱電機株式会社

② 出 願 昭57(1982) 2 月 3 日

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2  
番 3 号

⑦ 発 明 者 木村靖二

⑦ 代 理 人 弁理士 葛野信一 外 1 名

鎌倉市上町屋325番地三菱電機

明 細 書

1. 発明の名称

半球空間搜索追尾レーダ

2. 特許請求の範囲

(1) 物標に向けて電波を放射しその反射波を用いて目標の搜索および追尾等を行うレーダ装置において、天頂方向の円錐空域をレーダ覆域とし、かつ天頂に向けて設置された第1のアンテナと、前記円錐空域以外の全周の低中仰角空域をレーダ覆域とする第2のアンテナとを備え、これら第1、第2のアンテナにより上半球空間全域のレーダ覆域をカバーするようにしたことを特徴とする半球空間搜索追尾レーダ。

(2) レーダ設置点を中心とした上半球空間全域をレーダ覆域とするレーダ装置において、天頂方向の円錐空域をペンシルビームにより電子走査する天頂向きの第1のアンテナと、上記円錐空域以外の全周低中仰角空域を、複数個の異なる方向方向に放射されるペンシルビ

ームを有し、かつ各ビームは俯仰角方向のみ独立に電子ビーム走査可能な電子走査アンテナを機械的に旋回させることにより、ビーム走査する第2のアンテナとを具備したことを特徴とする半球空間搜索追尾レーダ。

(3) 上記第1のアンテナ及び第2のアンテナに関するレーダ送受信装置、およびレーダ信号処理装置等を独立な複数系統構成し用途、目的に応じレーダ覆域を半球空間全域、天頂域のみ、水平域のみに切換可能とした事を特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の半球空間搜索追尾レーダ。

(4) 多数の横列方向スロット付導波管を縦に配列した平面状スロットアンテナを開口面とし、給電系として複数ビームの和チャネルと俯仰角差チャネルを構成する縦方向のコポーレットフィールドと和差回路、コポーレットフィールドの各出力端に接続され複数ビームの俯仰角方向独立ビーム走査を可能とする分岐器及び複数の移相器、これら移相器出力に接続

され、送信用周波数に対応した方位角方向固定の複数ビームを構成するためのバトラーマトリクス上りなる給電回路網、上記バトラーマトリクスからの複数出力を上記スロット付導波管に供給する回路を設けた電子走査アンテナを第2のアンテナとして用いた特許請求の範囲第(2)項記載の半球空間搜索追尾レーダ。

(5) 方位角方向固定の複数ビームにより全周を等分割するようにバトラーマトリクスの端子数と第2の電子走査アンテナの開口面数を選択した事を特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の半球空間搜索追尾レーダ。

(6) 多数の横列方向スロット付導波管を縦に配列した平面状スロットアレーアンテナを開口面とし、給電系として複数ビームの和チャンネルと俯仰角差チャンネルを構成する縦方向の第1のコポーレットフィードおよび和差回路、複数ビームの方向角差チャンネルを構成するための、各スロット付導波管に対応した合波器とこれら合波器出力をまとめる第2の

コポーレットフィードおよび和差回路、第1のコポーレットフィードの各出力端に接続され複数ビームの俯仰角方向独立ビーム走査を可能とする分波器及び複数の移相器、送信周波数に対応した方位角方向固定の複数ビームを構成するために、所要ビーム数の $2^N$ ( $N$ は整数)倍の端子数をもつバトラーマトリクスおよび上記バトラーマトリクスにより構成される $2^N$ 個のビームから目的とする複数個のビームの和チャンネルと方位角差チャンネル出力を得る合成回路、合成回路からの上記方位角差チャンネル出力を前記合波器へ供給する回路、バトラーマトリクスからの $2^N$ 個の出力を前記各スロット付導波管へ給電する回路を設け、所要の複数個の各ビームに対し和、俯仰角差、方位角差の3チャンネルを有するモノパルスマルチビーム電子走査アンテナを構成し、これを第2のアンテナとして用いたことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の半球空間搜索追尾レーダ。

### 3. 発明の詳細な説明

この発明はレーダ設置点を中心とした上半球空間全域の多目標を搜索追尾するレーダ装置に関するものであり、特にそのアンテナとしてマルチビームを電子走査と機械的走査との組合せによりビーム走査することを特徴とする実用的なシステムに関するものである。

従来のこの種レーダ装置としては第1図に示すように機械的に旋回する平面状電子走査アンテナを一面のみ設け1本のペンシルビームで半球空間をビーム走査するアンテナ構成が用いられてきた。

第1図において(1)は多数の位相器等を平面状に配列した電子走査アンテナであり、ビーム走査角範囲が実用上 $\pm 50$ 角程度しかないこと、ビーム走査角に対応して必然的にアンテナ利得が低下すること、ビーム1本による機械的な旋回方向走査のため全周ビーム走査に長時間を要すること、また目標へのビーム照射が短時間でバスルヒット数が少ないこと等により探知距離

が短くなる等の欠点があり、これらの欠点を補うためには大電力送信機を用いねばならず、半球空間を覆域とするレーダの実用化を妨げていた。

この発明はこれらの欠点を解消するため、2種類のアンテナによる半球状のレーダ覆域の分担、開口面から同時複数ビームを放射するスロットアレーアンテナを複数個備えた実用的な低中仰角用のアンテナ構成、電子走査と機械的走査を組合せたマルチビーム走査等を用い、搜索時間の短縮と距離性能の改善を両立させた半球空間全域を対象とする実用的なレーダシステムの提供を可能とするものである。

以下この発明の一実施例として第2図にアンテナ、第3図にレーダ送受信機系統を示す。

第2図において、(2)はレドーム、(3)はアンテナマウント固定部に天頂向けに取り付けられた電子走査方式の第1のアンテナ、(4)(5)は機械旋回軸を中心に背中合せに配置され導波管スロットアレーの二開口面を持ち俯仰角方向にマルチ

ビームを独立に電子走査できる構成の第2のアンテナである。以下の具体例においては、第1のアンテナ(3)は二軸電子ビーム走査可能なモノパルスビーム1本を放射し、第2のアンテナ(4)(5)は、各面につき方位角固定の4本のモノパルスビームが独立に俯仰角方向に位相走査されるとしてアンテナ、レーダ送受信系統の説明を行う。

なお以後は、第1のアンテナを天頂域アンテナ、第2のアンテナを水平域アンテナと呼称する。

第3図において、天頂域アンテナ(3)は位相制御信号(6)により、天頂方向の開き角 $40^\circ$ の円錐空間内をビーム走査し、水平域アンテナ(4)(5)は各4本、計8本のビームが全周を仰角 $0^\circ \sim 50^\circ$ まで位相制御信号(7)に基づき走査される。8本のビームは方位角方向には機械的の旋回により走査され、俯仰角方向には独立に位相走査される。上記レーダ覆域の分担は適当にオーバーラップしてもよい。

第4図(四)の振幅が第4図(イ)より大きく描かれているのは加算により電力が2倍になっていることを示す。上記の電力の合成と切替が行われた後、送信波は送受切換器(21)(22)を経てアンテナへ導びかれる。(23)はシステスプログラマ、(24)はビーム走査部である。

次に水平域アンテナ(4)(5)の受信系においては、モノパルスとチャンネルとして加算器(26)にてアンテナ(4)(5)の受信信号が加算され、RFアンプで増幅され、ミキサ(28)でローカル信号(29)によりIF信号となり、広帯域アンプ(30)で増幅された後、フィルタ群(31)によりビーム対応の8信号に分離され、位相板波器(32)でCOHO信号(33)により位相検波され、A/D変換器(34)でデジタル値に変換され以後の信号処理に用いられる。

方位角差チャンネルでは送受切換器(35)、加算器(36)、受信機(37)、俯仰角差チャンネルでは、送受切換器(38)、加算機(39)、受信機(40)により和チャンネルと同様な受信処理が行われ

天頂域アンテナ(2)へはエクサイタ(8)から励振出力が供給され、モノパルス受信機(9)はモノパルス3チャンネル受信信号00を受けてローカル信号及びCOHO信号01により受信処理を行う。

一方、機械的に旋回する水平域アンテナの送信系においては、周波数シンセサイザ02の出力がエクサイタ及び分配器03に供給され、さらに可変位相器04、固定位相器05を経て各々電力増幅器-1 06、電力増幅器-2 07で電力増幅され、ハイブリッド08で各水平域アンテナ(4)(5)へ送信電力が供給される。

この時、ハイブリッド09への2入力(19a)、(19b)の位相差を増幅前の可変位相器04で制御し異なる出力端子(20a)(20b)から加算出力を得るようにし、周波数シンセサイザ02で発生させた第4図(イ)に示す $f_1 \sim f_8$ の8波サブパルスからなる送信パルスに対し $f_1 \sim f_8$ を加算し第4図(四)に示す出力を(20a)として水平域アンテナ(5)へ、また $f_5 \sim f_8$ を加算し第4図(四)に示す出力を(20b)として水平域アンテナ(4)へ供給する。

る。

第5図は半球空間のマルチビーム走査を示し、(41)は天頂ビーム、他は水平域アンテナからの俯仰角方向のみの一軸電子走査ビーム8本を示している。

以下、水平域アンテナの具体的な実施例を示す。第6図は、和と俯仰角差のみを有する2チャンネルモノパルスビームを一面当り4本放射する一実施例を、第7図は、和、俯仰角差、方位角差の3チャンネルモノパルスビームを同様に放射する別の実施例を示す。

第8図において、(50)は縦方向のコーポレットフィード、(51)は前記コーポレットフィードの上半部、下半部の和と差からモノパルスとチャンネルと俯仰角差チャンネルを構成するための和差回路、(52)は第4図(四)に示す $f_1 \sim f_8$ のサブパルス4波を周波数別に分離する分波器、(53)は4ビームを独立に俯仰角走査するためのビーム対応の4個の移相器、(54)は第8図に示す横列方向の端子数4のバトラーマトリクス給

電回路であり異なる固定4方位角方向に周波数別の $f_1 \sim f_4$ の送信サブパルスに対応した4ビームを形成する。

(55)は横列方向のスロット付導波管であり、縦方向にコーボレット給電(50)の出力端子数だけ配列されスロットアレーの開口面を構成する。

(56)は第4図(回)に示す送信波、(57)、(58)、(59)、(60)、(61)はモノパルス和チャンネルに関する、送受切換器、RFアンプミキサ、広帯域IFアンプ、フィルタ群、(62)、(63)、(64)、(65)、(66)、は俯仰角差チャンネルに関する送受切換器、RFアンプ、ミキサ、広帯域IFアンプ、フィルタ群である。

第7図において、(70)は縦方向のコーボレットフィード、(71)はモノパルスの和チャンネルと俯仰角差チャンネルを構成するための和差回路、(72)は分波器、(73)は移相器、(74)は第9図に示す端子数8のバトラーマトリクス給電回路、(75)は第9図の8本のビームから第10図に示す4本の和と方位角差を有するモノパルス

とを示す。

第10図は第7図の合成回路(75)によるモノパルス4ビーム受信パターンを示し、図中(100)、(101)は第9図のビーム「2」「6」の和と差のパターン、(102)、(103)はビーム「4」「8」の和と差のパターン、(104)、(105)はビーム「1」「5」の和と差のパターン、(106)、(107)はビーム「3」「7」の和と差のパターンを示す。

本発明は、以上のような構成になっているから、従来の電子走査アンテナ1面からの1ビームにより半球空間を走査するものに比べ以下に示す各種の利点を有する。

第1にマルチビームアンテナのため、充分なパルスヒット数を保持した上で半球空間全域のビーム走査時間が短縮され、レーダ距離性能の向上、高い受信データレート等が可能となりレーダ統合性能が全般的に改善され実用の域に達することができる。第2に、1面4ビームの内2ビームの仰角を水平面に固定し、他2ビームを俯仰角覆域搜索に用いることにより、近距離

ビームを形成する合成回路、(76)は横列方向のスロット付導波管、(77)は4ビームに関する4波の方位角差信号を合成する合波器、(78)は方位角差信号縦方向にまとめるコーボレットフィード、(79)は和差回路でその和端子が4波の方位角差チャンネル出力になる。

(80)は送信波、(81)は送受切換器、(82)はRFアンプ(83)はミキサ、(84)は広帯域IFアンプ、(85)はフィルタ群であり、添字a、b、cは和チャンネル、俯仰角差チャンネル、方位角差チャンネルの別を示す。

第8図は、端子数4のバトラーマトリクス回路を示し、(90)は3dBハイブリッド、(91)は $-\frac{\pi}{4}$ の移相器で入力ポート「1」～「4」に応じて異なる8方向にビームが形成されることを示す。

第9図は、端子数8のバトラーマトリクス回路を示し、(92)は3dBハイブリッド、(93)は $-\frac{\pi}{8}$ の移相器、(94)は $-\frac{2}{8}\pi$ の移相器、(95)は $-\frac{3}{8}\pi$ の移相器であり、入力ポート「1」～「8」に応じて異なる8方向にビームが形成されると

点に急に出現する低空目標を重点的に短時間に発見するモードが構成でき、第3に水平域の初探知目標に対し、水平域アンテナへの送信サブパルス周波数を制御することにより、機械旋回中のビームのバックスキップと多ビームの隣接による広ビーム幅化を行うことにより、目標捕捉過程で一時的にパルスヒット数を増加させ捕捉確率を向上させることができる。

第11図、第12図にこの時の送信波形とビーム走査の一例を示す。

第11図(1)は通常の搜索時の波形、第11図(回)は $f_1 \sim f_4$ の4波を $f_a \sim f_e$ の近接5波に変更した送信波形である。

第12図において(110)は初探知方位角方向、(111)～(115)は $f_a \sim f_e$ のサブパルスに対応する隣接5ビーム、(116)～(119)は $f_a \sim f_e$ のサブパルスに対応するビーム、(120)はアンテナ回転方向である。

この時、 $f_a \sim f_e$ の周波数は接近しているので5ビーム信号は受信系のフィルタで分離されず

に特定の1フィルタを通過する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来のアンテナ構成図、第2図は本発明によるアンテナ構成の一実施例を示す図

第3図はこの発明によるレーダ方式を説明する図、第4図は送信波形を示す図、第5図は半球空間のビーム走査を示す図、第6図は水平域アンテナの一実施例を示す図、第7図は水平域アンテナの別の実施例を示す図、第8図は4端子のバトラーマトリクスを示す図、第9図は8端子のバトラーマトリクスを示す図、第10図は合成パターンを示す図、第11図は、捕捉時の送信波形を示す図、第12図は、捕捉時のビーム走査を示す図である。

図中、(1)は電子走査アンテナ、(2)はレドーム、(3)は天頂アンテナ、(4)(5)は水平域アンテナ、(6)は位相制御信号、(8)はエクサイタ、(9)はモノパルス受信機、(10)はモノパルス3チャンネル受信信号、(11)はローカル信号及びCOHO信号、(12)は周波数シンセイザ、(13)はエクサイタ及び分配

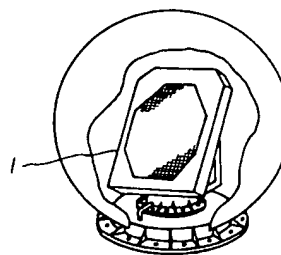
器、(14)は可変位相器、(15)は固定位相器、(16)は電力増幅器-1、(17)は電力増幅器-2、(18)はハイブリッド、(19)は入力、(20)は出力、(21)(22)は送受切換器、(23)はシステムプログラマ、(24)(25)はビーム走査部、(26)は加算器、(27)はRFアンプ、(28)はミキサ、(29)はローカル信号、(30)は広帯域IFアンプ、(31)はフィルタ群、(32)は位相検波器、(33)はCOHO信号、(34)はA/D変換器、(35)は送受切換器、(36)は加算器、(37)は受信機、(38)は送受切換器、(39)は加算器、(40)は受信機、(41)は天頂ビーム、(50)はコーボレットフィールド、(51)は和差回路、(52)は分波器、(53)は移相器、(54)はバトラーマトリクス給電回路、(55)はスロット付導波管、(56)は送信波、(57)は送受切換器、(58)はRFアンプ、(59)はミキサ、(60)は広帯域IFアンプ、(61)はフィルタ群、(62)は送受切換器、(63)はRFアンプ、(64)はミキサ、(65)は広帯域IFアンプ、(66)はフィルタ群、(70)はコーボレットフィールド、(71)は和差回路、(72)は分波器、(73)は移相器、

(74)はバトラーマトリクス給電回路、(75)は合成回路、(76)はスロット付導波管、(77)は合波器、(78)はコーボレットフィールド、(79)は和差回路、(80)は送信波、(81)は送受切換器、(82)はRFアンプ、(83)はミキサ、(84)は広帯域IFアンプ、(85)はフィルタ群、(90)は3dBハイブリッド、(91)は $-\frac{\pi}{4}$ 移相器、(92)は3dBハイブリッド、(93)は $-\frac{\pi}{8}$ 移相器、(94)は $-\frac{2\pi}{8}$ 移相器、(95)は $-\frac{3\pi}{8}$ 移相器、(100)は「2」+「8」、(101)は「2」-「8」、(102)は「4」+「8」、(103)は「4」-「8」、(104)は「1」+「5」、(105)は「1」-「5」、(106)は「3」+「7」、(107)は「3」-「7」、(110)は初探知方位角方向、(111)~(115)は $f_1 \sim f_5$ の各ビーム、(116)~(119)は $f_5 \sim f_8$ の各ビーム、(120)はアンテナ回転方向である。

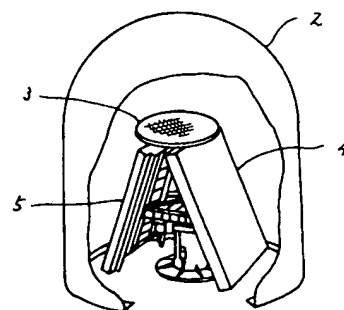
なお図中同一あるいは相当部分には同一符号を付して示してある。

代理人 葛野 信一

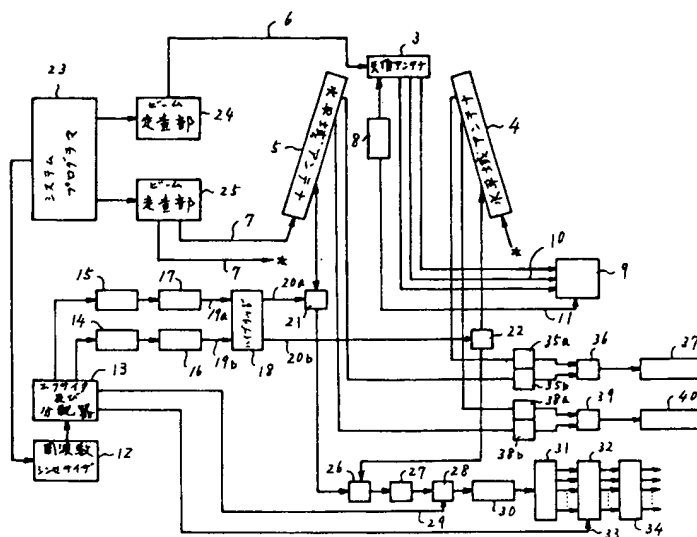
第1図



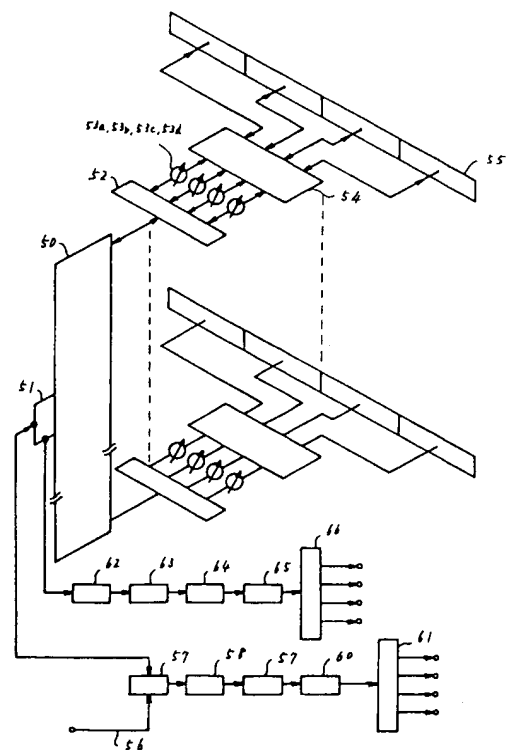
第2図



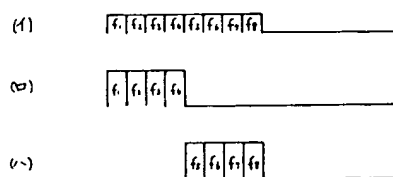
第 3 図



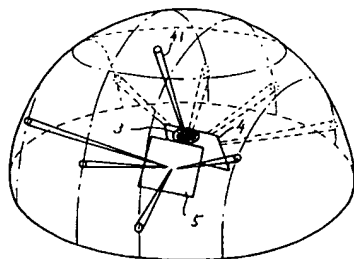
第 6 図



第 4 図

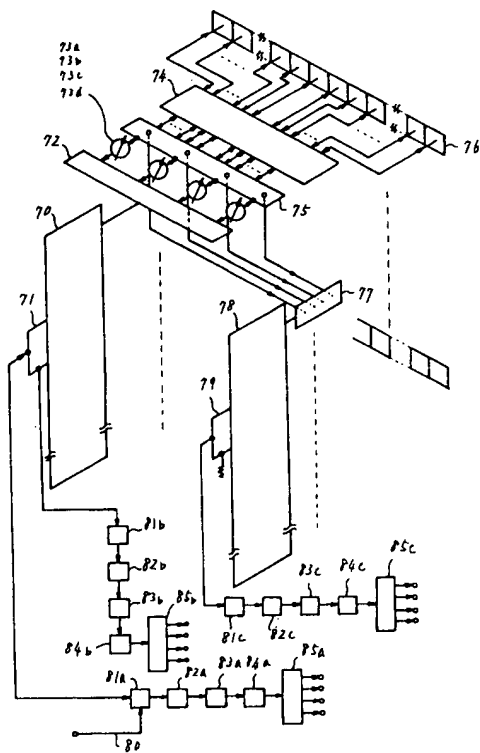


第 5 図

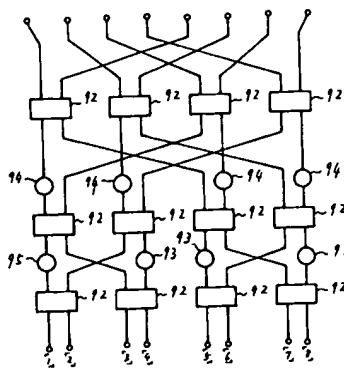




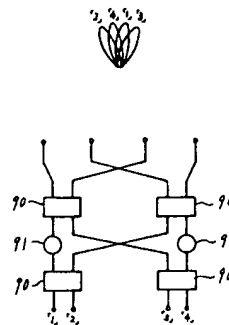
第 7 図



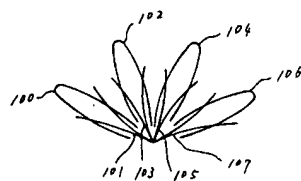
第 9 図



第 8 図



第 10 図



第 11 図

(1) 

f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>6</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

(2) 

f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>6</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

第 12 図

